

ПРООН/ГЭФ
Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий
в Республике Беларусь»

Архитектурный проект
источника горячего водоснабжения энергоэффективного жилого
дома на основе теплового насоса «воздух-вода»
Пояснительная записка.

Исполнитель,
Эксперт по вопросам внедрения
тепловых насосов в системах
теплоснабжения и горячего
водоснабжения в жилом секторе

И.С.Жидович

Минск
декабрь 2014

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	3
1.ОБЩАЯ ЧАСТЬ	4
2.ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН	5
3.ТЕПЛОНАСОСНАЯ УСТАНОВКА	6
3.1. Архитектурно-строительные решения	6
3.2. Тепломеханические решения	6
3.3. Силовое электрооборудование и освещение	8
3.4. Автоматизация	9
3.5. Водопровод и канализация. Отопление и вентиляция	9
4.ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	11
5.ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	12
6.ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ И ПОКАЗАТЕЛИ	13
ПРИЛОЖЕНИЕ	14
П.1 Техническое задание на закупку теплового насоса	15

АННОТАЦИЯ

Проектируемая пилотная теплонасосная установка на основе теплового насоса, использующего теплоту наружного воздуха, является энергосберегающим теплоисточником, покрывающим часть тепловой нагрузки горячего водоснабжения жилого дома. На основании анализа местных условий, результатов предварительного обоснование технической возможности и эффективности применения альтернативных типов тепловых насосов впервые в республике в систему горячего водоснабжения проектируемого жилого дома интегрирован парокомпрессионный тепловой насос с двухступенчатым GSR компрессором, заправленный экологически чистым рабочим агентом - диоксидом углерода (CO₂).

Основные технико-экономические показатели пилотной теплонасосной установки горячего водоснабжения:

1. Средняя за сутки тепловая нагрузка ГВ – 161,3 кВт.
2. Теплопроизводительность теплового насоса при температуре наружного воздуха минус 7⁰С, температуре водопроводной воды на входе в тепловой насос – 5⁰С и температуре горячей воды на выходе 55⁰С – 30,0 кВт.
3. Расчетное годовое потребление теплоты жилым домом на ГВ – 1160 Гкал.
4. Расчетная годовая выработка теплоты тепловым насосом – 180,0 Гкал.
5. Расчетный годовой расход электрической энергии на работу теплового насоса – 53,0 МВтч.
6. Расчетная годовая экономия первичного топлива на горячее водоснабжение при участии теплового насоса ($b_q = 168,4$ кг у.т./Гкал; $b_w = 254,9$ кг у.т./МВтч) – 16,8 т у.т.
7. Годовой объем сокращения валовых выбросов CO₂ при сжигании органического топлива – 28,5 тонн/год.
8. Единовременные капитальные вложения на приобретение и монтаж теплонасосной установки (оценка на 01.2015г.) – 75,0 тыс. долл., в т. ч. приобретение теплового насоса – тыс. долл.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Архитектурный проект пилотной теплонасосной установки на основе теплового насоса, использующего теплоту наружного воздуха, разработан на основании результатов предварительного технико-экономического обоснования выбора их типа и мощности. С учетом требований к энергетической и экологической эффективности, а также для накопления опыта проектирования и тиражирования принятых решений в проекте предусматривается применение парокомпрессионного теплового насоса с двухступенчатым герметичным инверторным компрессором, заправленного экологически чистым рабочим агентом – диоксидом углерода (CO_2). Расчетная теплопроизводительность теплового насоса «воздух - вода» при температуре наружного воздуха минус 7°C , температуре воды на входе в тепловой насос – 5°C и выходе 65°C принята равной **30 кВт**.

Теплонасосная установка рассчитана на покрытия только части тепловой нагрузки горячего водоснабжения жилого дома. Основным источником горячего водоснабжения является система централизованного теплоснабжения г.Минска на основе ТЭЦ.

Тепловой насос размещается на улице в 0,5 м от стенки (без окон) жилого дома. Для безопасной его эксплуатации предусматривается устройство сетчатого ограждения площадки с тепловым насосом. Наружные сети представлены трубопроводами холодного и горячего водоснабжения (около 2,0 м) и кабельной линией 4 кВ (около 1 м). До ИТП трубопроводы прокладываются через соседнее с ИТП помещение (см. лист ... **графической части проекта**).

В работе использованы следующие материалы: фрагмент генерального плана микрорайона «Лошица-9» с инженерными сетями; план подвала проектируемого жилого дома № 7 с размещением помещений индивидуального теплового пункта (ИТП) и местами ввода инженерных сетей; план и схема ИТП; техническая документация на тепловой насос и др.

Принятые технические решения соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других межгосударственных и национальных норм и стандартов и обеспечивают при соблюдении проектных решений безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта.

2. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

Проектируемый жилой дом расположен в микрорайоне «Лошица-9» на углу двух улиц районного значения.

Тепловой насос «воздух-вода» размещается на улице в 0,5 м от восточной стенки жилого дома. Расстояние от теплового насоса до проезжей части улицы – около 50 м. План-схема размещения теплового насоса приведена на рис. 2.1.

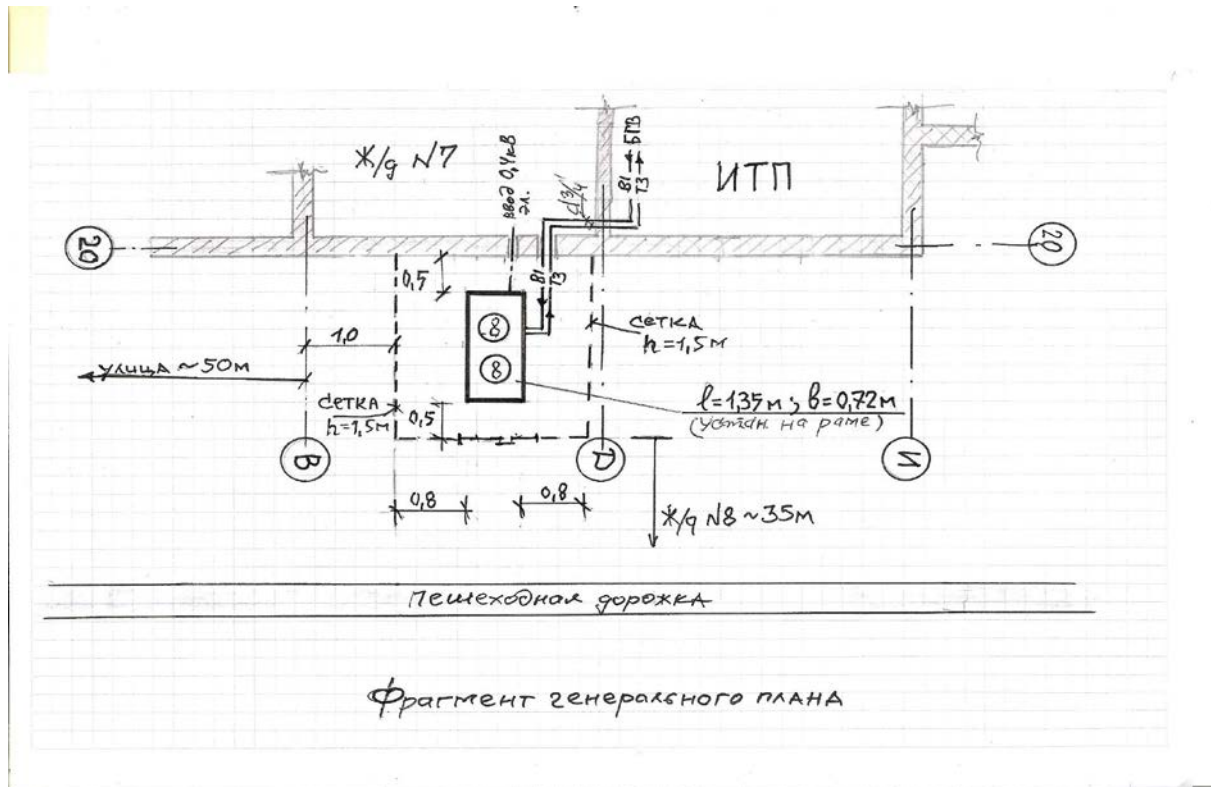


Рис. 2.1. План-схема размещения теплового насоса

Для безопасной эксплуатации теплового насоса предусматривается сетчатое ограждение его площадки. Наружные сети представлены трубопроводами холодного и горячего водоснабжения (около 2,0 м) и кабельной линией 4 кВ (около 1 м).

Фрагмент генерального плана с указанием местом размещения теплового насоса и трассой инженерных сетей приведен на листе ... **графической части проекта.**

Все работы по установке и обслуживанию теплового насоса планируется осуществлять с использованием существующих внутриплощадочных проездов и проходов.

3. ТЕПЛОНАСОСНАЯ УСТАНОВКА

3.1. Архитектурно-строительные решения

Проектируемая пилотная теплонасосная установка структурно состоит из теплового насоса «воздух-вода», трубопроводов холодного и горячего водоснабжения, регулирующих и измерительных устройств, устанавливаемых на трубопроводах, силовых и контрольных кабелей.

Согласно проектному решению:

- тепловой насос устанавливается на антивибрационных ножках на специальной рамной конструкции, которая опирается на фундамент из 4-х бетонных блоков;
- трубопроводы от теплового насоса до ИТП прокладываются вне здания в канале, а в здании крепятся к стенам на кронштейнах, размещаемых по месту;
- трубопроводы, проходящие через стены, прокладываются в гильзах;
- арматура устанавливается на трубопроводах только в помещениях подвала;
- силовые и контрольные кабели прокладываются вне здания в канале, через стену в трубах, в здании – на кабельных полках и в трубах;
- шкафы с электрооборудованием крепятся к стенке на кронштейнах.

3.2. Тепломеханические решения

В основу выбора параметров и режимов работы теплового насоса в системе горячего водоснабжения приняты данные с/технических разделов строительного проекта жилого дома:

- общий расход теплоты на нужды горячего водоснабжения – 413527,6 Вт;
- расход воды на хозяйственно-питьевые нужды горячего водоснабжения – 63,42 м³/сутки; 8,56 м³/час; 3,42 л/с.

При расчетной теплопроизводительности теплового насоса равной 30 кВт теплонасосная установка проектируется как круглогодичный источник покрытия только части тепловой нагрузки горячего водоснабжения жилого дома. Источником низкопотенциальной теплоты является наружный воздух. Основные параметры температуры наружного воздуха, определяющие эффективность его использования как теплоносителя:

1. Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки – минус 24⁰С.
2. Средняя температура наиболее холодных суток – минус 30⁰С.
3. Средняя температура отопительного периода – минус 1,2⁰С.
5. Средняя месячная температура/суточная амплитуда наружного воздуха: январь – минус 6,9/6,2⁰С; февраль – минус 6,2/6,6⁰С; март – минус 2,0/7,3⁰С; апрель – 5,5/8,9⁰С; май – 12,7/11,0⁰С; июнь – 16,0/10,6⁰С; июль – 17,7/10,3⁰С; август –

16,3/10,1⁰С; сентябрь – 11,6/9,2⁰С; октябрь – 5,8/6,6⁰С; ноябрь – 0,2/4,3⁰С; декабрь – минус 4,3/4,7⁰С.

6.Средняя максимальная температура наиболее теплого месяца (июля) – 23⁰С, абсолютно максимальная – 35⁰С.

23 Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха 8⁰С – 202 сутки.

Основные технические характеристики теплового насоса Q-top фирмы «Mitsubishi» (Япония), оборудованного встроенным микропроцессором, который осуществляет слежение за всеми рабочими параметрами, и обеспечивают защиту при недопустимом их отклонении от расчетных, приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Основные технические характеристики теплового насоса модели ESA 30E-25

Наименование показателей	Ед. изм.	Количество при t гор. Воды на выходе 65 ⁰ С* при t нар. воздуха		
		минус 24 ⁰ С	минус 7 ⁰ С	20 ⁰ С
Теплопроизводительность	кВт	21,5	30,0	30,0
Расход воздуха через испарители	м ³ /час	15600		
Параметры воды через конденсатор:				
• расход	м ³ /час	0,2124	0,2124	0,538
• температура (вход/выход)	⁰ С	5/65	5/65	10/65
Потребляемая мощность оборудования, всего	кВт	10,44	12,24	6,77
т.ч. привода компрессора	- “ -	9,3	11,1	6,0
• вентиляторов	- “ -	0,77		
• нагревателей картера	- “ -	0,02		
• нагревателей антизамораживания воды	- “ -	0,352		
• насоса ГВ	- “ -	0,1		
Тип компрессора	-	двухступенчатый герметичный инвертор GSR		
Количество компрессоров	шт	1		
Вид рабочего агента	-	R744 (CO ₂)		
Вид масла	-	синтетическое MA68		
Вес R744 (CO ₂)/масла	кг	8,5/30		
Производительность встроенного инверторного насоса и напор	л/мин	17,0		
	м (кПа)	5 (49)		
Максимальные уровни звуковой мощности при работе теплового насоса на расстоянии 1 м	дВ(А)	58		
Габариты теплового насоса (lxbxh)	м	1,35x0,72x1,69		
Вес теплового насоса	кг	365		

* - тепловой насос рассчитан на работу при температуре воды на выходе конденсатора равной 90⁰С с сохранением теплопроизводительности

Проектом предусматривается подача холодной водопроводной воды с температурой $5...10^{\circ}\text{C}$ и расходом в интервале $0,2124 \dots 0,538 \text{ м}^3/\text{час}$ непосредственно в конденсатор теплового насоса. На выходе конденсатора постоянно поддерживается температура воды равной 55°C , которая подается в ИТП и далее в сеть горячего водоснабжения. Работа теплового насоса планируется в течение суток при потреблении горячей воды в отопительный период не менее $0,2124 \text{ м}^3/\text{час}$, в переходные периоды – $0,3036 \text{ м}^3/\text{час}$ и летний период – $0,538 \text{ м}^3/\text{час}$. Привязку мест присоединения трубопроводов см. рис.3.1.

Планы и схема ИТП с трубопроводами от тепловых насосов приведены **на листах графической части проекта.**

Проектом предусматриваются следующие решения по установке теплового насоса и прокладки трубопроводов:

- тепловой насос устанавливается на антивибрационных ножках на специальной рамной конструкции, которая опирается на фундамент из 4-х бетонных блоков;
- трубопроводы от теплового насоса до ИТП прокладываются вне здания в канале, а в здании крепятся к стенам на кронштейнах, размещаемых по месту;
- трубопроводы, проходящие через стены, прокладываются в гильзах;
- арматура устанавливается на трубопроводах только в помещениях подвала.

Прокладка трубопроводов осуществляется с уклоном $0,002$ в сторону движения среды. На трубопроводах в высших точках и низших точках устанавливается спускная арматура. Для исключения замерзания воды в трубопроводах наружной прокладки предусматривается их электрический подогрев.

3.3. Силовое электрооборудование и освещение

Теплонасосная установка является потребителем I -ой и II-ой категории по надежности электроснабжения: тепловой насос – II-ая категория (12 кВт), нагреватели антизамораживания воды – I-ая категория ($0,4 \text{ кВт}$).

Расчетная мощность теплонасосной установки составляет $12,4 \text{ кВт}$, максимальный ток – 21 А , пусковой ток – 5 А .

Электроснабжение теплового насоса на напряжении $0,4 \text{ кВ}$ предлагается от силового шкафа ИТП 4-х жильным кабелем. Номинальный ток автоматического выключателя 30 А . Прерыватель тока утечки: 30 мА , $0,1 \text{ с}$. Шкаф ИТП должен быть запитан двумя кабелями от разных секций электрощитовой жилого дома.

Силовые кабели прокладываются вне здания в канале, через стену в трубах, а в техническом подполье – на кабельных полках и в трубах.

Для обеспечения надежности электроснабжения потребителей I-ой категории предусматривается от проектируемого источника бесперебойного питания мощностью 0,5 кВт (например, APC Smart-Ups).

Технический учет электрической энергии, потребляемой тепловыми насосами, осуществляется многотарифным счетчиком. Для защиты тепловых насосов от бросков питающего напряжения и перекоса фаз применяется реле TPW 400VSN4X. Тип системы заземления – TN-S.

Для освещения места размещения теплового насоса предусматривается установка на стенке жилого дома антивандального энергосберегающего светильника. Освещение мест прокладки трубопроводов в техподполье от сети освещения ИТП.

Для сбора и передачи данных проектом предусматривается интеграция информационного блока теплового насоса в приемно-передающее устройство ИТП. Передача информации осуществляется по GSM-каналу или

3.4. Автоматизация теплонасосной установки

Включения тепловых насосов осуществляется с пульта управления в комнате дежурного жилого дома или дистанционно обслуживающей организацией. Включение, переход на другой режим эксплуатации и отключение теплового насоса осуществляется автоматически.

Управление работой теплового насоса осуществляет встроенный контроллер. Функции котроллера: выбирать рабочие параметры и отключать компрессор при любом отклонении в параметрах относительно заданных значений. Режимы работы программируются при помощи меню параметров и могут быть скорректированы в процессе эксплуатации.

Контролируемые параметры:

- наличие циркуляции воды в контуре конденсатора;
- температура и давление воды;
- отклонение напряжения в сети электроснабжения;
- давление рабочего агента.

Предусматривается сигнализация:

- аварийного останова теплового насоса (световая и звуковая);
- отсутствие протока и высокого давления воды через конденсатор (световая и звуковая).

3.5. Водопровод и канализация. Отопление и вентиляция.

Проектом предусматривается только отвод дренажных вод от теплового насоса в систему канализации ИТП. Проектируемые трубопроводы от теплового насоса в ИТП размещаются в помещениях уже оборудованных системами

водоснабжения, канализации, отопления и вентиляции и выполнение дополнительных мероприятий не требуется.

4.ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Все работы по установке теплового насоса должны выполняться в строгом соответствии с действующими правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок (ПУЭ), правилами техники безопасности в строительстве (ТКП 45-1.03-40-2006) и другими нормативными нормами и правилами.

Для безопасной эксплуатации теплового насоса предусматривается сетчатое ограждение его площадки (см. рис. 1.).

Текущее обслуживание планируется персоналом, прошедшим обучение в соответствии с требованиями завода-изготовителя теплового насоса, других действующих нормативных документов. Периодическое сервисное обслуживание – специализированной организацией по договору.

5.ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Применяемый в проекте тепловой насос является местной экологически чистой теплогенерирующей установкой, так как для привода оборудования используется электрическая энергия, а тепловой насос заправлен озонобезопасным рабочим агентом R744 (CO₂) в количестве 8,5 кг.

Критерием экологической эффективности принят объем выбросов CO₂. В расчетах принимаем, что для производства тепловой и электрической энергии на энергоисточниках Белорусской энергосистемы используется только один вид топлива (природный газ) с выбросами равными 1,7 тонны CO₂ при сжигании 1 т у.т.

В результате, при годовой выработке тепловым насосом около 175,0 Гкал и расходах электрической энергии на обеспечение его работы около 50 МВтч системное уменьшение валовых выбросов CO₂ при сжигании органического топлива для выработки указанного объема тепловой и электрической энергии составляет 28,4 тонн/год.

Уровень звуковой мощности, образующийся при работе теплового насоса равный 58 dB(A), не требует проектирования специальных устройств, т.к. согласно ТКП 45-2.04-154-2009 максимально допустимые уровни шума в периоды работы теплового насоса составляют 70 dB(A).

Уровень звука должен быть измерен при выполнении пуско-наладочных работ, При превышении нормативных значений основным мероприятием его снижения может быть замена сетчатого ограждения (см. раздел 2) на шумогасящую ограду. Паспортные требования к высоте ограждений приведены на рис. 5.1.

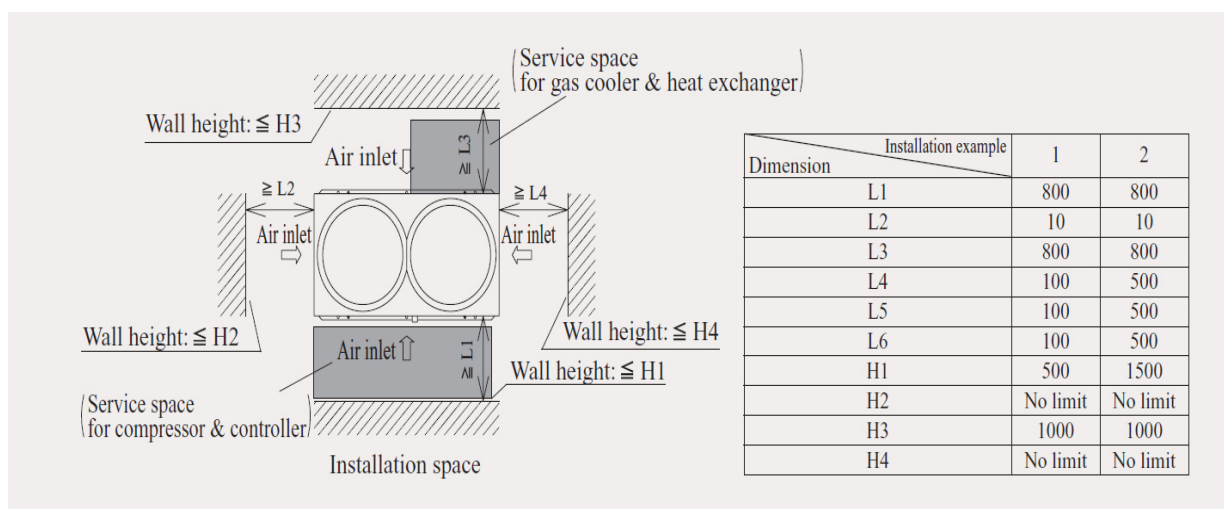


Рис.5.1. Планировочные требования к размещению теплового насоса.

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ И ПОКАЗАТЕЛИ

Технико-экономические расчеты для определения энергетических потоков и затрат на сооружение теплонасосной установки выполнены на основании данных раздела 3.2, ожидаемой стоимости поставки и монтажа теплового насоса, предоставленные представителем фирмы-производителя (ООО «НИЦ» МАГИСТР»).

Итоговые значения основных технико-экономических показателей проекта:

1. Средняя за сутки тепловая нагрузка ГВ – 161,3 кВт.
2. Теплопроизводительность теплового насоса при температуре наружного воздуха минус 7°C , температуре водопроводной воды на входе в тепловой насос – 5°C и температуре горячей воды на выходе 55°C – 30,0 кВт.
3. Расчетное годовое потребление теплоты жилым домом на ГВ – 1160 Гкал.
4. Расчетная годовая выработка теплоты тепловым насосом – 180,0 Гкал.
5. Расчетный годовой расход электрической энергии на работу теплового насоса – 53,0 МВтч.
6. Расчетная годовая экономия первичного топлива на горячее водоснабжение при участии теплового насоса ($b_q = 168,4$ кг у.т./Гкал; $b_w = 254,9$ кг у.т./МВтч) – 16,8 т у.т.
7. Годовой объем сокращения валовых выбросов CO_2 при сжигании органического топлива – 28,5 тонн/год.
8. Единовременные капитальные вложения на приобретение и монтаж теплонасосной установки (оценка на 01.2015г.) – 75,0 тыс. долл.

ПРИЛОЖЕНИЕ

**Техническое задание на закупку
по объекту**

Раздел: теплоснабжение

В соответствии с применением при разработке проектной документации на строительство:

«Жилой дом №7 по генплану в микрорайоне Лошица-9 в г.Минске»

Подлежит закупке: Теплонасосная установка на основе теплового насоса «воздух-вода».

Наименование показателей	Ед. изм.	Технические данные
Количество	шт	1
Теплопроизводительность при параметрах : температура наружного воздуха – минус 7 ⁰ С, температура воды на входе в конденсатор – 5 ⁰ С; температура воды на выходе конденсатора – 65 ⁰ С	кВт	30,0
Качество воды, поступающей в конденсатор	-	хозяйственно-питьевая
Минимальная температура воды на входе конденсатора	⁰ С	3,0
Максимальная температура воды на выходе конденсатора	“ – “	90,0
Тип компрессора	-	
Количество/тип компрессора	шт/-	1/ двухступенчатый герметичный инвертор
Вид рабочего агента	-	R744 (CO ₂)
Коэффициент трансформации теплового насоса при указанных выше параметрах (минус 7 ⁰ С/5 ⁰ С/65 ⁰ С)	-	Не менее 2,7
Потребляемая мощность всего оборудования теплонасосной установки	кВт	12,4
Максимальные уровни звуковой мощности при работе теплового насоса на расстоянии 1 м	дВ(А)	58
Комплектность теплонасосной установки	тепловой насос с компрессором в шумоизолированном корпусе, двумя аксиальными вентиляторами и испарителями, встроенным микропроцессором, спиральным инверторным насосом, регуляторами потока нагревателями антизамораживания воды и др.; конструкция рамы для установки теплового насоса с устройствами защиты от вибрации; узлы присоединения трубопроводов к теплому насосу (гибкие вставки, клапаны, фильтры, манометры и др.); сетчатое ограждение	

Требования по автоматизации	ПРОШУ ЗАПОЛНИТЬ !	
Габариты (длина x ширина x высота)	м	не более 1,35x0,72x1,69
Гарантийный срок эксплуатации	год	
Полный срок службы	“ _ “	
Условия эксплуатации теплового насоса	-	при температуре наружного воздуха от минус 30 ⁰ С до 40 ⁰ С

Проектировщик